

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-262037

(P2000-262037A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 2 K 41/03

識別記号

F I

H 0 2 K 41/03

データベース (参考)

B 5 H 6 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-61710

(22) 出願日 平成11年3月9日 (1999.3.9)

(71) 出願人 000003218

株式会社豊田自動織機製作所

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地

(72) 発明者 菱島 紀元

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会

社豊田自動織機製作所内

(72) 発明者 斉藤 洋一

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会

社豊田自動織機製作所内

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

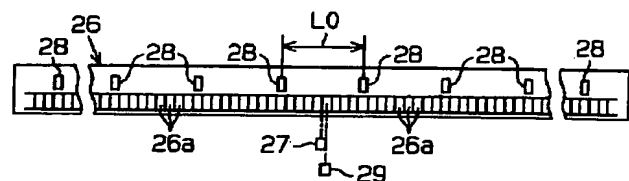
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スイッチドリラクタンスリニアモータ

(57) 【要約】

【課題】 S Rリニアモータの位置センサとしてインクリメントタイプのエンコーダを装備した場合、電源投入時に可動子が原点位置にない場合でも、短時間で可動子の原点復帰を自動的に行うことを可能にする。

【解決手段】 正弦波駆動されるS Rリニアモータの可動子と一体的に移動する部材には、磁気スケールからなるリニアスケール26が可動子の移動方向に沿って延設されている。リニアスケール26には目盛を構成する着磁部26aの近くに、被検出部28が可動子の突部と対向する位置に正弦波駆動電流の1周期に相当するピッチ毎に設けられている。固定子側には原点位置に配置された可動子のほぼ中央と対応する位置に被検出部28を検出する磁気センサ29が設けられている。電源投入時、可動子が原点位置になれば、リニアモータは被検出部28が検出されるまで非同期状態で低速駆動され、その後、同期駆動されて可動子が原点位置まで移動する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動方式をバイポーラの正弦波駆動としたスイッチドリラクタンスリニアモータであって、可動子又は可動子と一体的に移動する部材の、原点センサと対応する最大移動範囲の中央を挟んで両側に、少なくとも1個ずつの被検出部を可動子の突部と対向する位置に設け、固定子側の所定位置に前記被検出部を検出する検出部を設けたスイッチドリラクタンスリニアモータ。

【請求項2】 前記被検出部は正弦波駆動電流の1周期に相当するピッチ毎に設けられ、前記検出部の検出信号が可動子の位置を検出するインクリメントタイプの位置センサのカウンタのリセット入力端子に入力される請求項1に記載のスイッチドリラクタンスリニアモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、駆動方式をバイポーラの正弦波駆動としたスイッチドリラクタンス (Switched Reluctance) リニアモータ (以下、SRリニアモータと称す。) に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、回転機に対応した種々のリニアモータが知られており、一部は実施されている。リニアモータのうちリニア直流モータ、リニアパルスモータ及びリニア誘導モータが実用化されている。このうちリニア誘導モータがパレット搬送装置等の比較的大型の装置に使用されている。

【0003】リニア誘導モータでは端効果 (end effect) と呼ばれる現象が存在するため、特に高速領域で推力が低下するという問題がある。その結果、大きな推力を得るには装置が大型化するという問題があった。また、リニアパルスモータでは可動部が入力パルス信号に同期して歩進するため、開ループ制御が可能であり、変位誤差が累積しない等の特徴があるが、移動を滑らかに行わせるには所定ピッチで設けられる磁極や歯 (突部) の間隔を狭く (1~2mm程度に) する必要があり、荷移載装置等のように大きな移動距離が必要な装置では、磁極及び歯の加工やコイルの巻付けに手間が掛かるという問題がある。

【0004】リニアモータの制御を行う場合、可動子の位置を検出する位置センサが必要になる。従来、位置センサとして可動子の長手方向に沿って延びるスケールを備えたインクリメントタイプのエンコーダが使用されている。そして、可動子の原点位置からの移動量をエンコーダの検出信号から演算し、リニアモータの制御を行うようになっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本願出願人は先に、従来ほとんど実用化の検討がなされていなかったSRリニアモータについて検討し、従来の回転式のSRモータをそのまま平面展開したSRリニアモータを作成した。そ

2

して、従来の回転式のSRモータに適用されている駆動回路方式、例えば1相励磁駆動 (ユニポーラ回路) 及び2相励磁駆動 (バイポーラ回路) を適用して発生推力を測定した。その結果、従来のリニア誘導モータに比較して数倍の平均推力が得られ、1相励磁駆動の方が平均推力が大きくなることを見いだした。しかし、1相励磁駆動の場合は、発生推力が零になるポイントがあるとともに、推力の変動が大きいという問題がある。

【0006】また、本願出願人は、動作原理として自己インダクタンスと相互インダクタンスとを併用し、駆動方式をバイポーラの正弦波駆動とするSRリニアモータが、回転式のSRモータをそのまま平面展開したSRリニアモータに比較して同じ電流密度で推力が大きくなり、かつ発生推力が零になるポイントがないことを見いだした。

【0007】リニアモータを制御する場合、可動子の位置が原点位置からどれだけ移動しているかを正確に把握する必要がある。しかし、インクリメントタイプのエンコーダを装備した場合は、可動子が原点から移動した状態で電源を切った後、再び電源を投入した場合、可動子の位置が把握できない。従って、電源の投入後、可動子を原点位置まで移動させて原点位置を確認する必要がある。

【0008】誘導リニアモータ及びパルスリニアモータの場合は可動子と固定子の位置関係が正確に把握できない状態でも、可動子を通常と同様の速度で移動させるように制御できる。従って、原点確認センサが原点を確認する位置まで可動子を速い速度で容易に移動させることができる。しかし、駆動方式を正弦波駆動としたSRリニアモータでは、可動子に設けられた突部の正確な位置を確認した状態でないと同期駆動ができず、可動子を移動させることはできるが速度が遅くなり、原点位置に復帰させるのに時間がかかるという問題がある。

【0009】例えば、可動子が原点を中心として両側へ移動可能な構成のSRリニアモータでは、可動子が原点から僅かに移動した状態で電源が投入された際、可動子の位置が原点に対してどちら側にずれているのかを確認できない。従って、可動子を非同期状態で移動させる最初の方向が原点から遠ざかる方向となった場合は、原点復帰までに、可動子がストローク端に到達した後、方向変換して原点まで移動する必要がある、時間がかかる。

【0010】本発明は前記の問題点を鑑みてなされたものであって、その目的は駆動方式をバイポーラの正弦波駆動としたSRリニアモータの位置センサとしてインクリメントタイプの装置を装備した場合、電源投入時に可動子が原点位置にない場合でも、短時間で可動子の原点復帰を自動的に行うことができるSRリニアモータを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するた

(3)

め、請求項1に記載の発明では、駆動方式がバイポーラの正弦波駆動であるSRリニアモータであって、可動子又は可動子と一体的に移動する部材の、原点センサと対応する最大移動範囲の中央を挟んで両側に、少なくとも1個ずつの被検出部を可動子の突部と対向する位置に設け、固定子側の所定位置に前記被検出部を検出する検出部を設けた。

【0012】請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の発明において、前記被検出部は正弦波駆動電流の1周期に相当するピッチ毎に設けられ、前記検出部の検出信号が可動子の位置を検出するインクリメントタイプの位置センサのカウンタのリセット入力端子に入力される。

【0013】請求項1に記載の発明によれば、電源が導入された状態で可動子が原点位置から移動した状態であれば、励磁コイルに所定の電流が供給される。励磁コイルに電流が流れると可動子は磁力の作用を受けて移動する。このとき、可動子の位置が不明なためSRリニアモータは同期駆動されず、可動子はゆっくり移動する。被検出部が検出部で検出されると、その状態からSRリニアモータを同期駆動することが可能となる。そして、可動子が原点位置に移動するまで通常で移動され、原点位置に到達した後、所望の制御が行われる。

【0014】請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明において、正弦波駆動電流の1周期に相当するピッチ毎に設けられた被検出部の検出信号により、インクリメントタイプの位置センサのカウンタのカウント値がリセットされる。従って、位置センサのカウント値を正弦波駆動電流の位相と対応させるのが容易になる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を荷移載装置の駆動源用のモータに具体化した一実施の形態を図1～図5に従って説明する。

【0016】先ず、荷移載装置としてのフォーク装置の構成を説明する。図3及び図4に示すように、フォーク装置1は固定部としての固定フォーク2と、固定フォーク2に対して順次繰り出し得る複数の可動部としてのミドルフォーク3及びアップフォーク4とを備えている。

【0017】図3に示すように、ミドルフォーク3の底面には長手方向に沿って延びる一対のレール5が固定され、各レール5は固定フォーク2の長手方向中央部に固定されたりニアガイドブロック6を介して固定フォーク2の長手方向に沿って移動可能に支承されている。固定フォーク2の両端部にはそれぞれ一対の支持ローラ7

(図4に図示)が設けられている。そして、ミドルフォーク3はリニアガイドブロック6及び支持ローラ7に支持された状態で、固定フォーク2に対して長手方向に移動可能となっている。

【0018】同様にしてアップフォーク4の底面に一対

のレール8が固定され、ミドルフォーク3にはリニアガイドブロック9と支持ローラ10とが設けられている。そして、アップフォーク4はリニアガイドブロック9及び支持ローラ10に支承された状態で、ミドルフォーク3に対して長手方向に移動可能となっている。

【0019】固定フォーク2の中央部には駆動源としてのSRリニアモータ11の固定子12が固定されている。固定子12は図2(a)に示すように、極数が3n(この実施の形態ではn=2)で、各極13a～13fが等ピッチに形成されている。各極13a～13fにはコイル14が全て同じ方向に集中巻で巻き付けられている。各コイル14は3相となるように構成され、極13a、13dと対応するコイル14にはu相、極13b、13eと対応するコイル14にはv相、極13c、13fと対応するコイル14にはw相の電流がそれぞれ3相のインバータ15を介して供給されるようになっている。インバータ15は制御装置16を介して制御され、制御装置16はSRリニアモータ11を正弦波駆動するようにインバータ15を制御するようになっている。

【0020】SRリニアモータ11の可動子17は、ミドルフォーク3の底面にその長手方向ほぼ全長に亘って延びるように形成された溝3a内に、ボルト18によって固定されている。可動子17には等ピッチで突部17aが形成され、突部17aが極13a～13fと対向可能に配置されている。固定子12の極13a～13fの数と、該固定子12と対応する部分の可動子17の突部17aの数との比は3:4に設定されている。極13a～13f及び突部17aはその幅がほぼ同じに形成されている。そして、各コイル14に電流が供給されると、ミドルフォーク3がその長手方向に移動されるようになっている。

【0021】固定フォーク2の幅方向の一方の側(図3の右側)の上面に形成された溝内には、ラック19が固定されている。アップフォーク4の下面に形成された溝内には、ラック20が固定されている。ミドルフォーク3には各ラック19、20とそれぞれ噛合するピニオン21、22が両端に固定された回転軸23が軸受24を介して回転可能に支持されている。ピニオン21、22は同じに形成されている。従って、ミドルフォーク3が移動すると、ラック19、20及びピニオン21、22の作用により、アップフォーク4がミドルフォーク3に対して同じ距離移動される。

【0022】固定フォーク2の側面(図3の右側)中央部には可動子17が原点位置に、即ちミドル及びアップフォーク3、4が基準位置にあることを検知する原点センサS1が設けられている。原点センサS1はミドルフォーク3の底面に固定された被検知部材(ドグ)25を検知して、可動子17が原点位置にあることを検出する。この実施の形態では原点センサS1としてリミットスイッチが使用されている。

(4)

5

【0023】ミドルフォーク3の底面には、幅方向の一方の側（図3では左側）に可動子17の長手方向に沿って、可動子17の全長にわたって延びるようにリニアスケール26が配設されている。図1に示すように、リニアスケール26は目盛として所定ピッチでN極、S極に交互に着磁された着磁部26aを備えた構成となっている。固定フォーク2の中央部にはリニアスケール26の各着磁部26aを順次検出する磁気センサ27が配設されている。磁気センサ27は永久磁石の先端に2個の磁気抵抗素子を備えた構成で、位相が90°ずれたA相、B相の二つの出力が可能となっている。この実施の形態では各着磁部26aは分解能が0.1mmとなる幅に形成されている。

【0024】ミドルフォーク3の底面には被検出部28が可動子17の突部17aと対向する位置に所定ピッチで設けられている。前記所定ピッチは正弦波駆動電流の1周期に相当する距離に設定され、この実施の形態では突部17aの2ピッチ間隔で被検出部28が設けられている。被検出部28はリニアスケール26上の着磁部26aに近接した位置に着磁部として構成されている。この実施の形態では突部17aの間隔が12mmで、被検出部28の間隔L0が24mmに設定されている。固定子側の所定位置としての固定フォーク2の中央部には幅方向に磁気センサ27と並んで検出部としての磁気センサ29が設けられている。

【0025】また、固定フォーク2にはミドルフォーク3が所定の延出位置を超えて過剰に延出した異常を検出するための異常検出センサ30が設けられている。異常検出センサ30は固定フォーク2の長手方向両端部に設けられ、ミドルフォーク3の下面の長手方向中央に固定されたドグ31を検知する構成となっている。

【0026】前記各センサS1、27、29、30の出力信号は制御装置16に入力され、制御装置16はそれらの信号に基づいて、SRリニアモータ11の加速・減速指令及び停止指令を出力するようになっている。制御装置16はリニアスケール26の移動に伴って磁気センサ27から出力されるパルス信号をカウントするカウンタ32と、磁気センサ29から出力されるパルス信号をカウントするカウンタ33とを備えている。制御装置16は両カウンタ32、33のカウント値に基づいて可動子17の原点位置からの移動距離を演算するようになっている。リニアスケール26、被検出部28、磁気センサ27、28及びカウンタ32、33によりインクリメントタイプの位置センサが構成されている。

【0027】カウンタ32にはアップダウンカウンタが使用されており、制御装置16には磁気センサ27のA相の出力と、B相の出力の微分回路出力との論理和をカウンタ32のアップ入力端子又はダウン入力端子に入力するように切り換える回路が設けられている。そして、可動子17が所定方向（この実施の形態では原点位置か

6

ら遠ざかる方向）へ移動する際に前記論理和の出力がアップ入力端子に、反対方向に移動する際にダウン入力端子に入力されるようになっている。また、磁気センサ29の出力パルス信号がカウンタ32のリセット入力端子に入力されるようになっている。

【0028】カウンタ33にはアップダウンカウンタが使用されており、可動子17が所定方向に移動する際にアップ入力端子に磁気センサ29の出力パルスが入力され、反対方向に移動する際にダウン入力端子に磁気センサ29の出力パルスが入力されるようになっている。また、原点センサS1の出力信号がカウンタ33のリセット入力端子に入力されるようになっている。

【0029】次に前記のように構成されたフォーク装置1の作用を説明する。ミドルフォーク3及びアップフォーク4が基準位置に配置された状態、即ち可動子17が原点位置に配置された状態から、SRリニアモータ11の固定子12のコイル14に正弦波駆動で順次電流が供給されると、極13a～13f及び対応する突部17aを通過する磁束の量が順次変化する。そして、可動子17の突部17aに作用する吸引力が順次変化し、可動子17が固定されたミドルフォーク3が所定の方向へ移動する。図2(a)において、極13a～13fに対して左側に位置する突部17a及びその突部17aと対応する極を通過する磁束は可動子17に右方向への推力を与え、右側に位置する突部17a及びその突部17aと対応する極を通過する磁束は可動子17に左方向への推力を与える。従って、左方向への推力を与える磁束の量が多くなるように各極13a～13fを順次励磁すれば可動子17は左方向へ移動し、右方向への推力を与える磁束の量が多くなるように各極13a～13fを順次励磁すれば可動子17は右方向へ移動する。

【0030】ミドルフォーク3の移動に伴ってミドルフォーク3に支持された回転軸23が一体的に移動し、ラック19と噛合しているピニオン21が回転軸23と一体回転する。そして、回転軸23に固定されたピニオン22が一体回転し、ピニオン22と噛合しているラック20が、ミドルフォーク3の固定フォーク2に対する移動量と同じ量だけ移動される。従って、ラック20が固定されたアップフォーク4がミドルフォーク3に対して同量相対移動される。

【0031】制御装置16はセンサS1の出力信号に基づいて可動子17が原点位置にあることを確認した状態から、SRリニアモータ11を正弦波駆動により同期駆動する。可動子17が原点位置にある状態では図2

(a)に示すように、所定の突部17aがu相の極13a、13dと対向する状態に、被検出部28が磁気センサ29と対向する状態にそれぞれ配置されている。

【0032】可動子17が原点から移動すると、リニアスケール26も共に移動し、磁気センサ27が各着磁部26aを検出する毎にA相及びB相のパルス信号が出力

50

(5)

7

され、その出力パルス信号に基づいてカウンタ32のアップ入力端子又はダウン入力端子にパルス信号が入力される。可動子17が原点位置から遠ざかる方向へ移動する際は、図5に示すように、カウンタ32のカウント値はB相のパルス信号の立ち上がり毎にカウントアップされてカウント値が増加する。可動子17が原点位置に近づく方向へ移動する際は、カウント値はB相のパルス信号の立ち上がり毎にカウントダウンされてカウント値が減少する。

【0033】可動子17の移動に伴い、磁気センサ29が被検出部28を検出する毎に磁気センサ29からパルス信号が出力され、その出力パルス数がカウンタ33でカウントされる。可動子17が原点位置から離れる方向へ移動する際は、その出力パルスがカウンタ33のアップ入力端子に入力され、逆方向へ移動する際は、その出*

$$L = L_0 \cdot C_2 + L_c = L_0 \cdot C_2 + L_0 \cdot C_1 / (n-1) \dots (2)$$

制御装置16は両カウンタ32、33のカウント値C1、C2と、(2)式とにより可動子17の原点位置からの移動距離を演算して、減速位置及び停止位置を確認する。そして、インバータ15に減速位置で減速指令を出力し、停止位置で停止指令を出力する。n及びL0は予め設定された値であるから、制御装置16は両カウンタ32、33のカウント値から移動距離Lを簡単に演算できる。

【0035】この実施の形態では可動子17の移動距離が24mm毎に、カウンタ32がリセットされる。従って、分解能を0.1mmとした場合でも、カウンタ32の最大カウント値は239でよい。そして、例えば可動子17の1方向への移動距離が40cmの場合、分解能を0.1mmとして移動途中でカウンタ32のリセットが行われないと、カウント値は4000となる。しかし、カウンタ32は可動子17が24mm移動する毎にリセットされ、リセット回数がカウンタ33でカウントされる。リセット回数は16回のためカウンタ33の最大カウント値は16になる。従って、容量の小さなカウンタを使用できる。

【0036】また、図2(b)に示すように、被検出部28の配置間隔が駆動電流の正弦波の1周期と同じに設定されており、カウンタ32は被検出部28が検出される毎にリセットされるため、カウンタ32のカウント値C1と電気角 θ との関係は(3)式で表される。この実施の形態では可動子17の突部17aの2ピッチ分の移動距離が電気角 $\theta = 2\pi$ と対応するように設定されている。

【0037】

$$\theta = 2\pi \cdot C_1 / (n-1) = K \cdot C_1 \dots (3)$$

但し、 $K = 2\pi / (n-1)$

nは予め設定された値であるから、制御装置16はカウンタ32のカウント値から電気角 θ を簡単に演算できる。

8

* カパルスがダウン入力端子に入力される。また、磁気センサ29から出力されたパルス信号(Z相のパルス信号)は、カウンタ32のリセット入力端子に入力される。従って、図5に示すように、カウンタ32のカウント値は可動子17が原点位置から離れる方向への移動に伴って増加するとともに、Z相のパルス信号が出力される毎に零にリセットされる。

【0034】カウンタ32のカウント値をC1、カウンタ33のカウント値をC2とし、突部17aの2ピッチ分の間隔をL0、間隔L0間の着磁部26aの合計数を2nとすると、カウント値C1に対応する可動子17の移動距離Lcは次の(1)式で表され、原点位置からの可動子の移動距離Lは(2)式で表される。 $L_c = L_0 \cdot C_1 / (n-1) \dots (1)$

【0038】電源が投入された際、可動子17が原点位置あれば、原点センサS1から原点検出信号が出力され、制御装置16はその検出信号を入力することにより可動子17が原点位置にあることを確認でき、その状態からSRリニアモータ11の同期制御が可能になる。

【0039】一方、可動子17が原点位置から移動した状態で電源が切られた後、電源が投入されると、カウンタ32、33のカウント値は0となるため、可動子17の現在位置を確認できない。従って、その状態では制御装置16はSRリニアモータ11の同期制御ができない。電源投入時に原点センサS1から原点検出信号が出力されていないときは、制御装置16はインバータ15に対して、可動子17をゆっくり移動させることが可能な電流をSRリニアモータ11へ供給するための指令を出力する。その結果、コイル14に電流が供給されて可動子17がゆっくりと移動を開始する。

【0040】そして、磁気センサ29からの被検出部28の検出信号が制御装置16に入力されると、制御装置16は一組の突部17aが極13a~13fの一組と対向する状態になったと認識し、その状態からSRリニアモータ11の同期制御を開始する。この状態では依然として可動子17の正確な位置を認識できない。そこで、制御装置16はまず原点位置を確認するために、可動子17を所定速度で移動させる指令信号をインバータ15に出力する。そして、可動子17が非同期状態より速い速度で移動される。可動子17が原点位置に到達して、原点センサS1から出力された原点検出信号を入力すると、その時点から制御装置16による所望の制御が可能になる。

【0041】この実施の形態では以下の効果を有する。

(1) 可動子17の、原点センサS1と対応する最大移動範囲の中央を挟んで両側に少なくとも1個ずつの被検出部28が可動子17の突部と対向する位置に設けられ、固定子側の所定位置に被検出部28を検出する検出

9

部（磁気センサ29）が設けられている。従って、駆動方式をバイポーラの正弦波駆動としたSRリニアモータ11の位置センサとしてインクリメントタイプのエンコーダを装備した場合、電源投入時に可動子17が原点位置にない場合でも、原点センサS1の他に被検出部28及びその検出部を装備しない場合に比較して、短時間で可動子17の原点復帰を自動的に行うことができる。

【0042】（2）被検出部28が可動子17の突部17aと対向する位置に、正弦波駆動電流の1周期に相当するピッチ毎に設けられ、固定子側の所定位置に被検出部28を検出する検出部（磁気センサ29）が設けられている。従って、可動子17が最大でも正弦波駆動電流の1周期に相当する距離移動した時点で同期駆動が可能になり、より短時間で可動子17の原点復帰を行うことができる。

【0043】（3）被検出部28が正弦波駆動電流の1周期に相当するピッチ毎に設けられ、検出部（磁気センサ29）の検出信号が可動子17の位置を検出するインクリメントタイプの位置センサのカウンタ32のリセット入力端子に入力される。従って、カウンタ32のカウント値を正弦波駆動電流の位相と対応させるのが容易になり、制御装置16による制御が容易になる。

【0044】（4）カウンタ32のカウント値が原点位置から最大に離れた位置まで可動子17が移動する途中でリセットされ、リセットされた回数、即ちカウンタ33のカウント値との組み合わせに基づいて原点位置からの移動距離、即ち可動子17の位置演算される。従って、可動子17の最大移動距離が大きな場合でも、カウンタ32としてカウント容量の小さな汎用のものを使用でき、コストが安くなる。

【0045】（5）SRリニアモータ11は動作原理として自己インダクタンスと相互インダクタンスとを併用する構成のため、自己インダクタンスのみを利用したSRリニアモータに比較して極13a～13fを通過する磁束の量が増加し、大きな推力を得ることができる。

【0046】（6）固定子12の極13a～13fの数と、固定子12と対応する部分の可動子17の突部17aの数との比が3：4に設定され、かつ固定子12の極数が3n（nは自然数）で、各極のコイル14が全て同じ方向に巻き付けられている。従って、動作原理として自己インダクタンスと相互インダクタンスとを併用する構成を簡単に形成でき、極と突部17aとの間に作用する磁気による吸引力が、可動子17の推力として効率よく作用する。

【0047】（7）フォーク装置1の可動部の出入動作の駆動源に、動作原理として自己インダクタンスと相互インダクタンスとを併用するSRリニアモータ11を使用するため、同じ大きさの誘導リニアモータや回転式のSRモータをそのまま平面展開したSRリニアモータに比較して同じ電流密度で推力が大きくなる。従っ

(6)

10

て、リニアモータの大きさが同じなら重い荷の移載ができ、荷の移載に必要な推力が同じであればリニアモータを小型化できる。

【0048】なお、実施の形態は前記に限定されるものでなく、例えば、次のように具体化してもよい。

○ 被検出部28を可動子17と一体的に移動する部材であるミドルフォーク3に設ける代わりに、可動子17に設けてもよい。例えば、可動子17の幅を拡げて、極13a～13fと対向しない箇所に被検出部28を設ける。この場合、被検出部28の配設位置を突部17aと対向する所定箇所に正確に設定し易くなる。

【0049】○ 可動子17が所定方向へ移動する間は、磁気センサ27のA相及びB相のパルス信号の立ち上がり及び立ち下がり毎にカウンタ32のアップ入力端子にパルス信号を入力し、反対方向へ移動する間は、磁気センサ27のA相及びB相のパルス信号の立ち上がり及び立ち下がり毎にカウンタ32のダウン入力端子にパルス信号を入力するための回路を制御装置16に設けてもよい。この場合は、分解能が4倍になる。

【0050】○ リニアスケール26は磁気スケールに限らず、目盛として所定ピッチでスリットを形成したものや目盛として所定ピッチで凸部を形成したものでもよい。目盛としてスリットを形成したりニアスケールではその検出手段として磁気センサ27に代えて、フォトインタラプタを使用する。目盛として凸部を形成したりニアスケールでは、検出手段として容量変換形変位センサ又はインダクタンス形変位センサが使用される。また、目盛として反射部と非反射部とが所定ピッチで交互に形成されたりニアスケールを使用し、検出手段として光センサを使用してもよい。

【0051】○ 被検出部28と検出部の組合せは着磁部と磁気センサ29とに限らず、例えばスリットとフォトインタラプタ、反射部と光センサとしてもよい。

○ 被検出部28は可動子17又は可動子17と一体的に移動する部材の、原点センサS1と対応する最大移動範囲の中央を挟んで両側に、少なくとも1個ずつ突部17aと対向する位置に設ければよく、正弦波駆動電流の1周期に対応した間隔毎に設ける必要はない。例えば、前記中央を挟んで両側に1個ずつ設けてもよい。

【0052】○ 被検出部28を前記中央を挟んで両側に1個ずつ設ける場合、被検出部28は可動子17の中央から全長のほぼ1/4の位置に設け、検出部（磁気センサ29）は原点位置に配置された状態の可動子17のほぼ中央と対応する位置に配置する。この場合、可動子17が原点位置からずれた状態で電源が投入された後、可動子17が被検出部28が検出されるまでに移動する距離は、最大でも可動子17の原点位置から片側への最大移動距離、即ち図6（a）のLmax未満となる。原点センサS1の検出信号も考慮すれば、図6（b）に示すように、被検出部28を可動子17の中央から全長のほ

(7)

11

ば2/3の位置に設けると、可動子17が原点位置に復帰するまでの最大移動距離が L_{\max} の2/3未満になる。被検出部28がない場合は、可動子17は原点センサS1が被検知部材25を検知するまで移動するため、図6(c)に示すように、可動子17が原点位置から僅かにずれた状態から移動すると、可動子17の最大移動量は L_{\max} の2倍近くになる。なお、図6(a)～

(c)で矢印は可動子17の最初の移動方向を示す。

【0053】○ 被検出部28を正弦波駆動電流の1周期に対応した間隔以外の間隔で設ける場合、インクリメントタイプの位置センサのカウンタ32として汎用のカウンタを使用した際にその最大カウント値未満で、検出部(磁気センサ29)が被検出部28を順次検知可能な間隔に設定する。そして、検出部の検出信号をカウンタ32のリセット入力端子に入力する。この場合、リニアスケール26の目盛をカウントするカウンタ32として汎用のカウンタを使用でき、コストが安くなる。

【0054】○ ミドルフォーク3及びアッパフォーク4が原点位置から固定フォーク2に対して左右両側へ往復移動せずに、片側(図7では右側)へ往復移動可能なフォーク装置1に適用してもよい。固定子12は固定フォーク2の中央ではなく右側に偏倚した状態に配設される。この場合も2方向へ移動するフォーク装置1と同様に被検出部28を正弦波駆動電流の1周期と同じ間隔毎に設けても、可動子17の、原点センサS1と対応可能な最大範囲の中央を挟んで両側に少なくとも1個ずつ設けてもよい。原点センサS1と対応可能な最大範囲 W_{\max} の中央を挟んで両側に1個ずつ設ける場合は、被検出部28を図7に示すように、最大範囲 W_{\max} を4分割する3点のうちの中央の点を挟んだ両側に設け、検出部(磁気センサ29)は可動子17の後端(図7では左端)の最大移動範囲の中央と対向する位置に配設する。これらの場合も可動子17が原点位置から2方向へ移動する対応する構成の場合と同様に、原点復帰が従来より短時間で可能となる。

【0055】○ 可動子17の移動方向をカウンタ32の増減から判断し、電源投入後、非同期状態でSRリニアモータ11を原点位置へ移動させてもよい。

○ 電源投入時に可動子17が原点位置に対してどちら側にずれているのかを検出する検出手段を設ける。例えば、セカンドフォーク3の底面に帯状の第1の被検知部材を中央からほぼ右端まで延びる状態で設け、帯状の第2の被検知部材を中央からほぼ左端まで延びる状態で設ける。そして、固定フォーク2にセカンドフォーク3が基準位置及び基準位置より右側へ移動した状態において第1の被検知部材を検知可能な第1のセンサと、セカンドフォーク3が基準位置及び基準位置より左側へ移動した状態において第2の被検知部材を検知可能な第2のセンサとを設ける。この場合、電源投入後、可動子を原点位置へ移動させる際に、最初から原点に近づく方向へ移

12

動させることができる。

【0056】○ 固定子12の極の数は6個に限らず、3個又は9個以上の3の倍数であってもよい。即ち、固定子12の極の数は $3n$ (n は自然数)であればよい。この場合、駆動回路として汎用の3相インバータを利用し易くなる。

【0057】○ 極13a～13f及び突部17aの幅は必ずしもほぼ同じに形成する必要はなく、極13a～13f及び突部17aのそれぞれのピッチは同じで幅を異ならせてもよい。

【0058】○ 極13a～13f及び突部17aの先端部に複数の小さな歯を形成してもよい。

○ フォーク装置1は3段式に限らず、2段式あるいは4段式にしてもよい。

【0059】○ SRリニアモータ11はフォーク装置1に限らず、工作機械、産業機械及びその他の移動機構の駆動源として適用してもよい。前記実施の形態から把握できる請求項記載以外の発明(技術思想)について、以下にその効果とともに記載する。

【0060】(1) 請求項1に記載の発明において、前記SRリニアモータは可動子の位置を検出するインクリメントタイプの位置センサを備え、前記検出部の検出信号が前記位置センサのカウンタのリセット入力端子に入力され、前記被検出部の間隔が前記カウンタとして汎用のカウンタを使用した際にその最大カウント値未満で前記検出部からの検出信号が出力可能に設定されている。この場合、リニアスケールの目盛をカウントするカウンタとして汎用のカウンタを使用でき、コストが安くなる。

【0061】(2) 請求項1に記載の発明において、可動子は原点位置から両側へ移動可能に構成され、前記被検出部は可動子の中央から各移動方向へ全長の1/4離れた位置に設けられ、前記検出部は原点位置に配置された状態の可動子のほぼ中央と対応する位置に配設されている。この場合、被検出部の数が2個であっても、被検出部が検出されるまでの可動子の最大移動量が、可動子の原点位置から片側への最大移動距離未満となる。

【0062】(3) 請求項1、請求項2及び(1)のいずれかに記載の発明において、前記SRリニアモータは動作原理として自己インダクタンスと相互インダクタンスとを併用する構成である。この場合、リニアモータの大きさが同じなら推力を大きくでき、必要な推力が同じであればリニアモータを小型化できる。

【0063】(4) 1個の固定部と、該固定部に対して順次水平に繰り出し得る複数の可動部とを備え、前記固定部及び可動部の少なくとも1個に可動部の出入動作の駆動源として、請求項1、請求項2、及び(1)～(3)のいずれかに記載の発明のSRリニアモータの固定子を内蔵した荷移載装置。この場合、可動部が基準位置から移動した状態で電源を切った後、再起動する際に

(8)

13

短時間で自動的に通常の制御が可能になる。また、誘導リニアモータに比較して同じ電力量で推力が大きくなる。

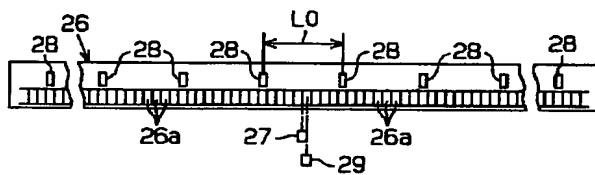
【0064】

【発明の効果】以上詳述したように請求項1及び請求項2に記載の発明によれば、駆動方式をバイポーラの正弦波駆動としたスイッチドリラクトンスリニアモータにおいて、電源投入時に可動子が原点位置にない場合でも、短時間で可動子の原点復帰を自動的に行うことができる。

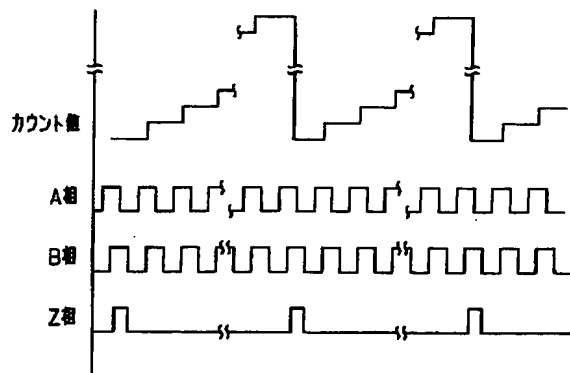
【0065】請求項2に記載の発明によれば、可動子が最大でも正弦波駆動電流の1周期に相当する距離移動した時点で同期駆動が可能になり、より短時間で可動子の原点復帰を行うことができる。また、インクリメントタイプの位置センサのカウントのカウント値を正弦波駆動電流の位相と対応させるのが容易になり、制御装置によるSRリニアモータの制御が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図5】



14

【図1】 一実施の形態のリニアスケールの模式図。

【図2】 (a)はSRリニアモータの模式部分側面図、(b)は固定子の極、可動子の突部及び被検出部の位置関係を示す模式図。

【図3】 フォーク装置の断面図。

【図4】 フォーク装置の概略斜視図。

【図5】 磁気センサの出力とカウント値との関係を示すグラフ。

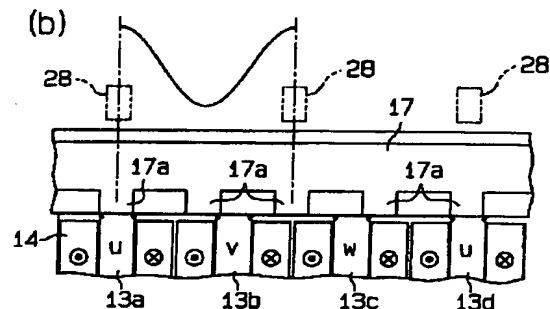
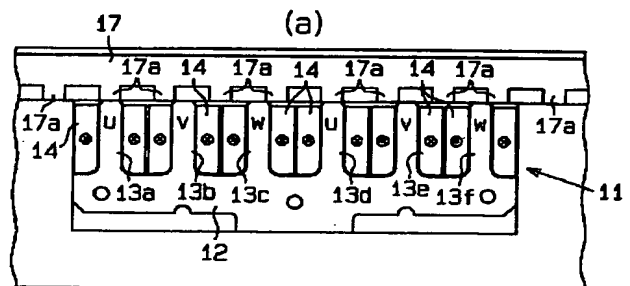
【図6】 (a), (b)は別の実施の形態の被検出部の位置を示す模式図、(c)は従来技術の原点センサと被検知部材の位置を示す模式図。

【図7】 別の実施の形態のフォーク装置の模式図。

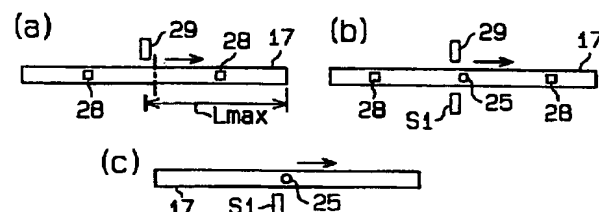
【符号の説明】

11…SRリニアモータ、12…固定子、17…可動子、17a…突部、26…位置センサを構成するリニアスケール、28…被検出部、29…検出部としての磁気センサ、32、33…カウンタ。

【図2】

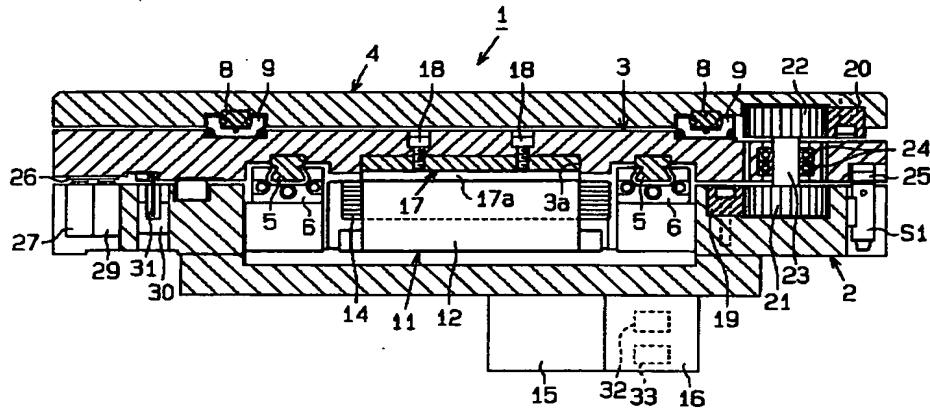


【図6】

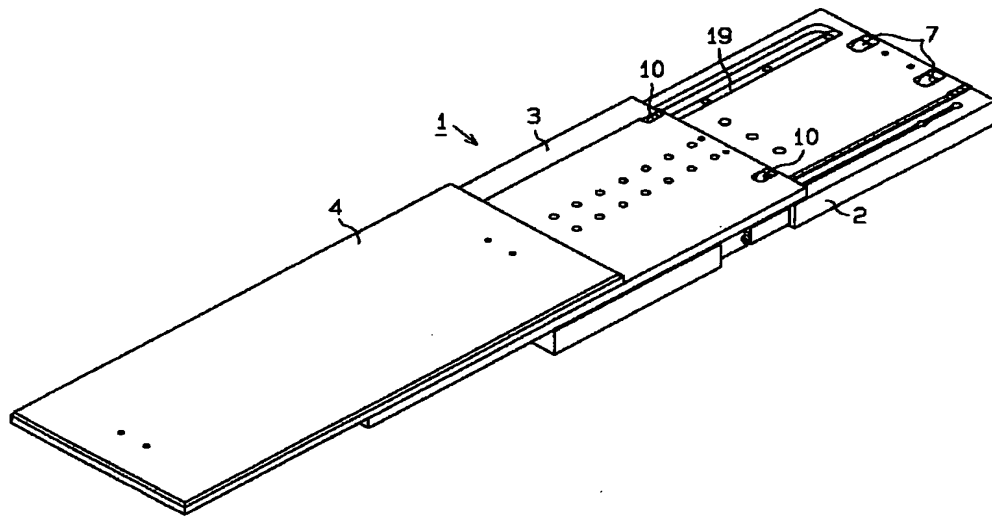


(9)

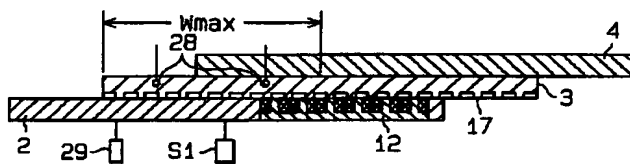
【図3】



【図4】



【図7】



フロントページの続き

(72) 発明者 大立 泰治
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社
社豊田自動織機製作所内

Fターム(参考) 5H641 BB09 BB19 GG02 GG04 GG26
GG28 GG29 HH03 HH10 JA03
JA09

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.